

MI51G PROCESOS HIDRO-ELECTRO METALURGICOS

10 U.D.

REQUISITOS: ((MI42C/IQ48A), QI33A) DH: (3.0-3-0-4-0)

CARÁCTER: Obligatorio de la Carrera de Ingeniería Civil de Minas y Electivo para la Carrera de Ingeniería Química.

OBJETIVOS:

- Conocimiento de las diversas operaciones y procesos que integran el tratamiento hidrometalúrgico de minerales y materiales de descarte, y su integración con las etapas de explotación y el procesamiento de minerales.
- Conocimiento y aplicación de los fundamentos termodinámicos, cinéticos y de procesos, que sustentan el funcionamiento y el procesamiento de minerales.
- Capacitación del alumno en la selección y diseño de los principales equipos y operaciones empleados en hidrometalurgia.
- Capacitación del alumno en la selección de alternativas de procesamiento hidrometalúrgicos para el tratamiento de minerales, de materiales de descarte y para el control de la contaminación de faenas mineras.

CONTENIDOS:

Nº de clases

- | | |
|---|------------|
| 1. INTRODUCCIÓN | 1.0 |
| Descripción general de los procesos hidrometalúrgicos. Integración de la hidrometalurgia con los procesos de explotación, el procesamiento de minerales y los procesos pirometalúrgicos. Perspectiva histórica, económica, técnica y ambiental de las rutas de procesamiento hidrometalúrgico de materiales. Desafíos y tendencias futuras. | |
| 2. FUNDAMENTOS TERMODINAMICOS Y CINETICOS | 8.0 |
| Equilibrio en electrolitos: energía libre de reacción, constante de equilibrio, potencial estándar, escala de tensiones. Diagrama Eh-pH y de especiación: efecto de la temperatura y acidez. Coeficientes de actividad en soluciones diluidas, concentradas y complejantes. | |

Reacciones homogéneas y heterogéneas en hidrometalurgia: aspectos cinéticos. Reacciones electroquímicas: cinética electroquímica, teoría del potencial mixto. Fenómenos de transferencia en procesos hidrometalúrgicos.

3. LIXIVIACION DE MINERALES Y CONCENTRADOS 7.0

3.1 Principios de la lixiviación

Solubilidad de minerales en soluciones de lixiviación ; efecto de acidez y temperatura. Influencia de iones complejantes. Cinética de reacciones de lixiviación. Consideraciones electroquímicas. Tipos de lixiviación : lixiviación ácida, básica, oxidativa y reductiva; lixiviación química, lixiviación química bacteriana.

3.2 Aspectos ingenieriles: lixiviación por agitación, lixiviación a presión, lixiviación en batea o percolación, lixiviación en pilas y botadero, lixiviación in-situ. Estudio de casos: lixiviación química y bacteriana de minerales de cobre, cianuración de minerales de oro, lixiviación de minerales de aluminio.

4. TRATAMIENTO DE SOLUCIONES DE LIXIVIACION Y SOLUCIONES DE DESCARTE: SEPARACION, PURIFICACION Y ENRIQUECIMIENTO. 5.0

4.1 Intercambio iónico con resinas sólidas. Constitución y propiedades de resinas. Equilibrio de intercambio. Cinética de intercambio iónico. Consideraciones prácticas y aplicaciones: intercambio iónico de uranio, cobre y lantánidos.

4.2 Adsorción en carbón activado. Propiedades del carbón activado. Mecanismo de adsorción y reactivación del carbón. Aspectos aplicados: recuperación de oro y plata en procesos carbón-in-pulp y proceso pila - carbón activado.

4.3 Extracción por solventes. Partición de iones entre fases inmiscibles. Mecanismos de extracción. Equilibrio de extracción. Cinética de extracción por solvente. Reextracción. Eficiencia de extracción. Aspectos ingenieriles: extracción de mezcladores-decantadores y equipos de membrana: procesos batch y continuos, procesos de corriente cruzada y en contracorriente. Análisis de casos industriales: extracción de cobre y uranio.

4.4 Otros procesos para tratamiento de soluciones de descarte: reducción bacteriana, flotación selectiva, biosorción.

5. RECUPERACIÓN Y SEPARACION DE METALES MEDIANTE PROCESOS DE PRECIPITACION 3.0

5.1 Precipitación química. Aspectos termodinámicos. Precipitación de sulfuros metálicos. Precipitación de hidróxidos metálicos. Otros procesos de precipitación.

5.2 Precipitación reductiva. Aspectos termodinámicos. Aspectos cinéticos. Eficiencia en el consumo de reactantes. Aspectos aplicados: cementación de cobre con hierro, cementación de oro con cinc, purificación de electrolitos y soluciones de descarte ; procesos de reducción con hidrógeno

6. RECUPERACION Y PURIFICACION DE METALES POR METODOS ELECTROQUIMICOS. 6.0

6.1 Principios básicos :

Electrodeposición de metales: aspectos cinéticos, relación corriente-sobrepotencial. Fundamentos de la electrocristalización de metales : nucleación, crecimiento de depósitos, sobrepotencial de electrocristalización

6.2 Aspectos aplicados

Potencial de celda. Eficiencia de corriente. Resistencia ohmica en electrolitos. Consumo eléctrico en celdas industriales. Tipos de celdas industriales.

6.3 Análisis de casos industriales: electroobtención de metales (cobre, oro, níquel, aluminio). Electrorrefino de metales (cobre, níquel, aluminio). recuperación de metales desde soluciones de descarte.

ACTIVIDADES

Docencia de cátedra, docencia auxiliar, ejercicios de aplicación, laboratorios prácticos, seminario, tareas, visitas a terreno.

EVALUACION

- Controles (3) y examen: 60%
- Actividades auxiliares (ejercicios, laboratorios, tareas) : 40%

BIBLIOGRAFIA :

- Jackson, Eric.
“Hydrometallurgical Extraction and Reclamation”
John Wiley & Sons. New York, 1986.
- Habashi, Fathi.
“A Textbook of Hydrometallurgy”
Métallurgie Extractive Québec, Enr. Quebec, 1993.

- Yannopoulos, John C.
“The Extractive Metallurgy of Gold”
Van Nostrand Reinhold. New York, 1991.

- Burkin A.R.
“The chemistry of Hydrometallurgical Processes”
E. & F. Spon Ltd., London, 1966.

- Wadsworth M., Miller J., “Hydrometallurgical Processes”, en Rate processes of extractive metallurgy (Sohn Hong Y., Wadsworth Milton).
Plenum Press. New York, 1979, pág. 133.